

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ RFID-СИСТЕМ

Савочкин Д. А.

Севастопольский национальный технический университет,  
г. Севастополь, Украина

Во многих сферах человеческой деятельности стоит задача отслеживания местоположения объектов, таких как товары на складах, персонал на предприятиях и другие. При этом на отслеживаемые объекты устанавливаются специальные устройства, которые могут быть локализованы в пространстве с помощью беспроводной системы. Одной из популярных технологий для локализации объектов внутри помещений является технология *Radio frequency identification (RFID)*. Существует множество методов локализации объектов в контексте *RFID*, базирующихся в основном на измерении уровней ответных сигналов (*RSS*) *RFID*-меток. В литературе исследовался вопрос классификации таких методов [1, 2], однако не было предложено единого обобщения. В этой работе проводится обзор наиболее успешных в плане точности локализации в двумерном пространстве методов с целью их классификации.

Одним из самых простых методов локализации является зонный метод [3]. При локализации таким методом факт ответа метки антенне говорит о том, что метка находится внутри зоны покрытия антенны, которая в первом приближении может быть принята круговой в плоскости локализации. Оценкой местоположения метки при этом принимается центр масс круговой, или другой более сложной, зоны покрытия. На рис. 1, а показан пример в котором используется пять антенн ( $A_1 \dots A_5$ ). Пересечения зон покрытия могут использоваться для повышения точности локализации.

Другой группой известных методов являются геометрические методы, в которых измеренной величине *RSS* метки ставится в однозначное соответствие некоторая дальность  $d$ . Таким образом, при использовании одной антенны для обнаружения метки, по величине *RSS* можно решить, что метка находится на окружности радиусом  $d$ . При использовании трех антенн можно точно определить координату метки с помощью процедуры трилатерации (рис. 1, б) [3]. Звездой на рис. 1, б отмечена позиция, в которой находится искомая метка.

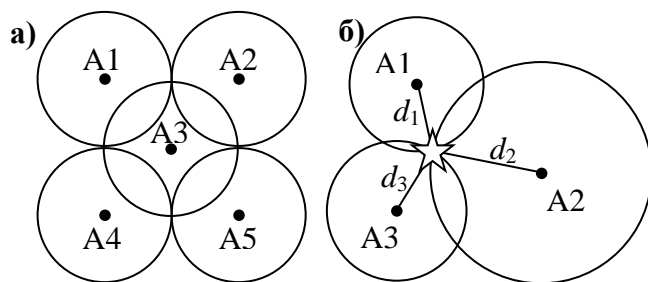


Рис. 1. Зоны покрытия антенн на плоскости локализации (а) и процедура трилатерации (б)

ка находится на окружности радиусом  $d$ . При использовании трех антенн можно точно определить координату метки с помощью процедуры трилатерации (рис. 1, б) [3]. Звездой на рис. 1, б отмечена позиция, в которой находится искомая метка.

Существует группа методов, которые можно объединить необходимостью предварительного анализа всей зоны локализации с целью сбора карты распределения *RSS*. При этом зона локализации делится на ячейки, в каждой из которых производится измерение величины *RSS*, помещенной в эту ячейку метки, для каждой из используемых  $n$  антенн. Результатом анализа является *RSS*-карта — массив из  $n$  таблиц, каждая из которых содержит список соответствий конкретной координаты величине полученного *RSS* значения для данной антенны. После получения карты, для локализации меток могут применяться методы поиска  $k$  ближайших соседей среди элементов таблиц [4] или построение искусственной нейронной сети с последующим обучением по данным из таблиц [5].

Для того чтобы учитывать динамические факторы окружающей обстановки, негативно влияющие на точность локализации, используют метки-маяки. Такие метки предварительно размещают по всей плоскости локализации. Впоследствии, при локализации реальных меток, изменения в величинах *RSS* от меток-маяков могут свидетельствовать об изменениях в окружающей обстановке (появилось препятствие, прошел человек и другое). При этом может автоматически производиться калибровка параметров модели распространения сигнала при использовании геометрических методов [6], или же значения *RSS* локализуемых меток могут сравниваться со значениями *RSS* меток-маяков [7]. В последнем случае можно говорить, что используется физическая *RSS*-карта.

На основании обзора методов локализации объектов в двумерном пространстве с помощью *RFID*-систем проведена классификация методов, позволяющая выделить среди них основные группы по типу применяемых алгоритмов локализации. Для дальнейшего увеличения точности локализации можно применять комбинирование классических методов.

#### Литература

1. Roxin A. Survey of wireless geolocation techniques / A. Roxin, J. Gaber, M. Wack, A. Nait-Sidi-Moh // IEEE Globecom Workshops. — 2007. — P.1 — 9.
2. Sarel J. Method for characterization and classification of localization/tracking systems / J. Sarel, A.S. Helberg // SATNAC. — 2009. — 6 p.
3. Liu Y. Location, localization, and localizability: location-awareness technology for wireless networks / Y. Liu, Z. Yang. — Springer, 2010. — 162 p. — ISBN 144-197-370-2.
4. Bahl P. RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system / P. Bahl, V.N. Padmanabhan // Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. — 2000. — Vol.2. — P. 775—784.
5. Chattopadhyay A. Analysis of low range indoor location tracking techniques using passive UHF RFID tags / A. Chattopadhyay, A.R. Harish // Radio and Wireless Symposium. — 2008. — P. 351—354.
6. Kang J. RSS self-calibration protocol for WSN localization / J. Kang, D. Kim, Y. Kim // 2nd International Symposium on Wireless Pervasive Computing. — 2007. — 4 p.
7. Ni, L.M. LANDMARC: indoor location sensing using active RFID / L.M. Ni, Y. Liu, Y.C. Lau // Wireless networks. — 2004. — Vol. 10. — No 6. — P.701 — 710.